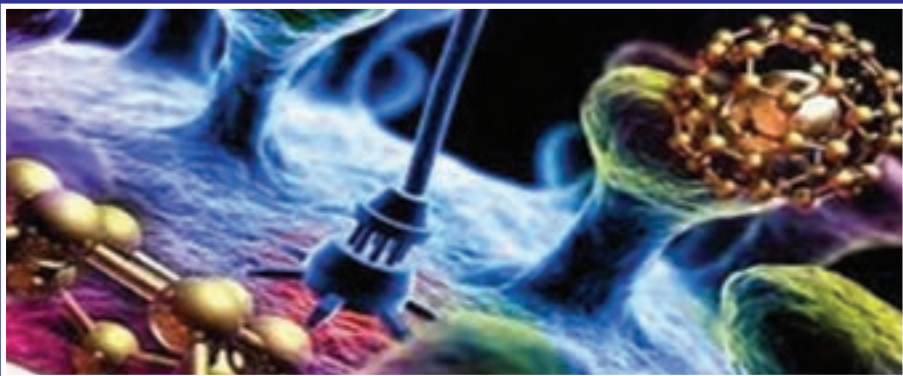
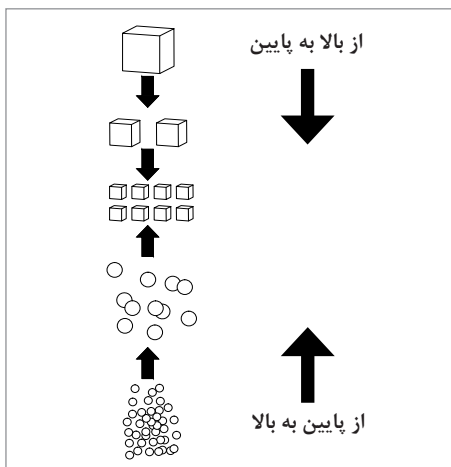
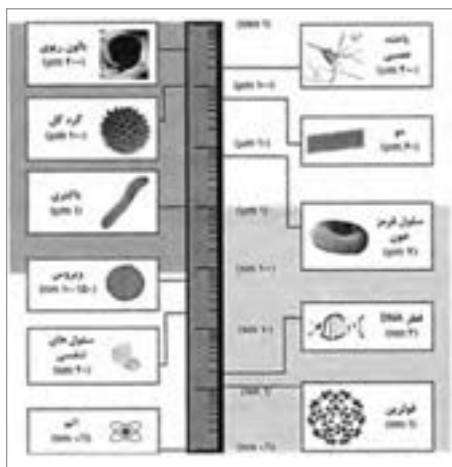


فناوری های هم گرا و مواد نو ترکیب





تفاوت این دو روش ساخت در چیست؟



کوچک ترین ابعادی که در این شکل مشاهده می کنید چه اندازه ای است؟



آیا با نحوه عملکرد مواد هوشمند آشنا هستید؟



چگونه با استفاده از ذرات نانو کاربرد مواد و وسایل بهبود می یابد؟



چگونه با زیست فناوری می توانیم انرژی و محیط زیست پاک داشته باشیم؟



با توجه به پیشرفت‌های صورت گرفته در فناوری‌های مختلف، دانشمندان از ابتدای قرن ۲۱ میلادی بر این موضوع تأکید داشتند که در جهت متحد ساختن علوم مختلف حرکت کنند. متحد ساختن علوم مختلف منجر به تولید محصولات جدید و توسعه هر یک از فناوری‌ها کمک خواهد کرد. یکی از مثال‌های ترکیب فناوری‌ها استفاده از خودروهای الکتریکی

خودران می‌باشد که به صرفه‌جویی حامل‌های انرژی و کاهش آلودگی محیط‌زیست کمک می‌کند. از طرفی از خطاهای انسانی مثل خواب‌آلودگی و سرعت غیرمجاز که منجر به تصادفات و مرگ‌ومیر بسیاری از انسان‌ها می‌شود، جلوگیری کند.

هم‌گرایی علوم در صورتی که به همراه توجه کافی به مسائل اخلاقی و نیازهای جامعه باشد، می‌تواند پیشرفت‌های شگرفی را در توانایی‌های انسان، بازده صنایع ملی و کیفیت زندگی مردم ایجاد کند. علمی که اساس آن بر پایه علوم هم‌گرا بنا شده باشد و از موادی در مقیاس نانو استفاده کند مکتب جدیدی برای تولید دانش، نوآوری و یکپارچگی فناوری به‌وجود می‌آورد. ترکیب «فناوری‌های نوین هم‌گرا» به ادغام چهار فناوری نانو، زیست‌فناوری، اطلاعات و علوم شناختی اشاره دارد که هر کدام از این چهار فناوری با سرعت زیادی در حال رشد و توسعه هستند.



نقش اندازه ذرات در خواص مواد

به شکل زیر توجه کنید:

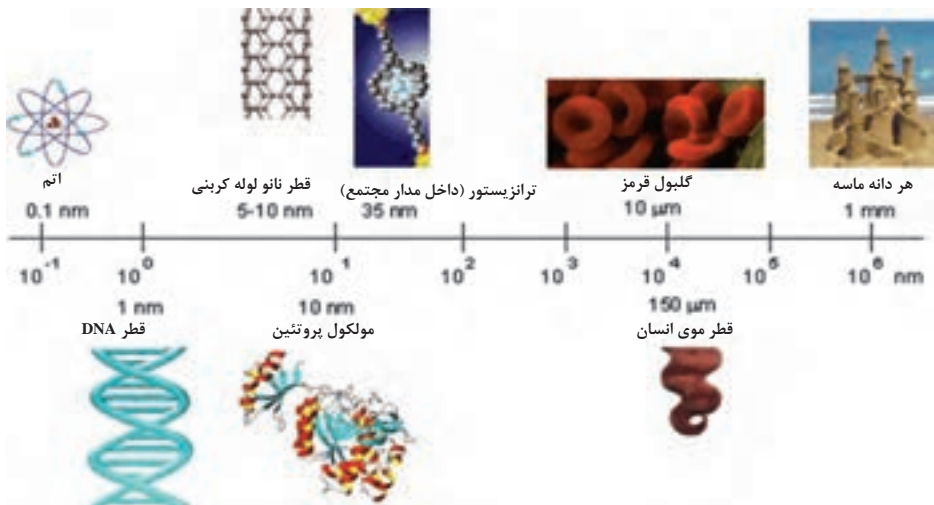
آیا تا به حال به این موضوع فکر کرده‌اید که چرا شکر زودتر از قند در چای حل می‌شود؟



حال به نظرتان اگر ذرات شکر را کوچک‌تر کنیم باز هم در سرعت حل شدن آن تأثیرگذار خواهد بود؟ با چه روشی و تا چه اندازه‌ای این کار امکان‌پذیر است؟ با توجه به مطالب فیزیک پایه دهم برای نشان دادن اندازه از پیشوندهایی استفاده می‌شود که براساس بزرگتر و کوچک‌تر بودن ماده با یک‌دیگر متفاوت می‌باشند که در جدول برخی از این پیشوندها نشان داده شده است.

پیشوند	علامت اختصاری	اندازه (متر)	پیشوند	علامت اختصاری	اندازه (متر)
گیگا	G	10^9	دسی	d	10^{-1}
مگا	M	10^6	ساتی	c	10^{-2}
کیلو	K	10^3	میلی	m	10^{-3}
هکتو	h	10^2	میکرون	μ	10^{-6}
دکا	da	10^1	نانو	n	10^{-9}
			آنگسترم	Å	10^{-10}
			پیکو	p	10^{-12}
			فمتو	f	10^{-15}

اگر بخواهیم یک مقایسه بین اندازه سنگ‌ریزه‌های موجود در ساحل با اتم‌های ماده داشته باشیم به شکل صفحه بعد توجه کنید.



کار در کلاس



یک کاغذ به طول ۱۰ سانتی متر را انتخاب کنید:

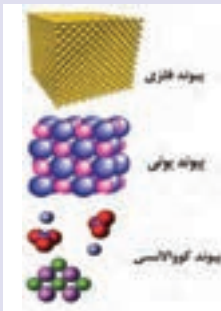
- ۱ این کاغذ را به دو قسمت مساوی تقسیم کنید و در مرحله بعد یکی از قسمت‌ها را به دو قسمت دیگر تقسیم کنید. به نظر شما این مرحله را چند بار باید ادامه دهید که به اندازه کوچک تر از یک میلی متر برسید؟
- ۲ آیا ابزاری در اختیار دارید که بتوانید با آن، کاغذ به دست آمده در مرحله آخر را ریزتر کنید؟
- ۳ اگر بخواهیم به اتم‌های تشکیل دهنده کاغذ برسیم باید چند مرحله دیگر این کار را ادامه دهیم؟



در صورتی که به اتم‌های کاغذ دست پیدا کنیم، یعنی به ابعادی به اندازه چند دهم نانو دست یافته‌ایم. در کتاب فیزیک پایه دهم با واژه و کمیت نانو آشنا شده‌اید. کارکردن با مواد در ابعاد نانو در صورتی امکان پذیر است که ما از علم و ابزارهای این حوزه استفاده کنیم.

همان‌طور که در شیمی و فیزیک پایه دهم آموخته‌اید اتم‌های تشکیل‌دهنده یک ماده، ابعادی کوچک‌تر از یک نانومتر دارند که از قرار گرفتن اتم‌های یکسان و متفاوت کنار هم، یون‌ها، مولکول‌ها و جامدات کوانتسی به وجود می‌آید که خواص این مواد با هم فرق می‌کند.

فکر کنید



با توجه به مطالبی که در شیمی سال دهم یاد گرفتید، می‌دانیم که نوع اتم و پیوند بین آنها بر روی خواص مواد تأثیر می‌گذارد. به‌عنوان مثال نمک طعام جریان الکتریکی را از خود عبور نمی‌دهد در حالی که آهن رسانای جریان الکتریکی می‌باشد. علت این تفاوت چیست؟ چه عوامل دیگری را می‌شناسید که باعث تفاوت خواص در مواد می‌شود؟

یک تیم فوتبال را در نظر بگیرید. در یک مسابقه این تیم نیاز به پیروزی دارد پس، از سیستمی استفاده می‌کند که هجومی باشد و در آن مسابقه پیوسته حمله می‌کند تا به گل برسد. ولی برعکس زمانی که تیم حریف قدرتمند باشد و نتیجه مساوی برای این تیم ایذنا باشد از سیستم دفاعی استفاده می‌کند. با توجه به شکل زیر به نظر شما برای حالت دفاعی و هجومی از کدام سیستم استفاده کند بهتر است؟ در ساختار مواد نیز، با تغییر محل قرارگیری اتم‌ها در یک ساختار مشخص، خواص آن ماده تغییر می‌کند.



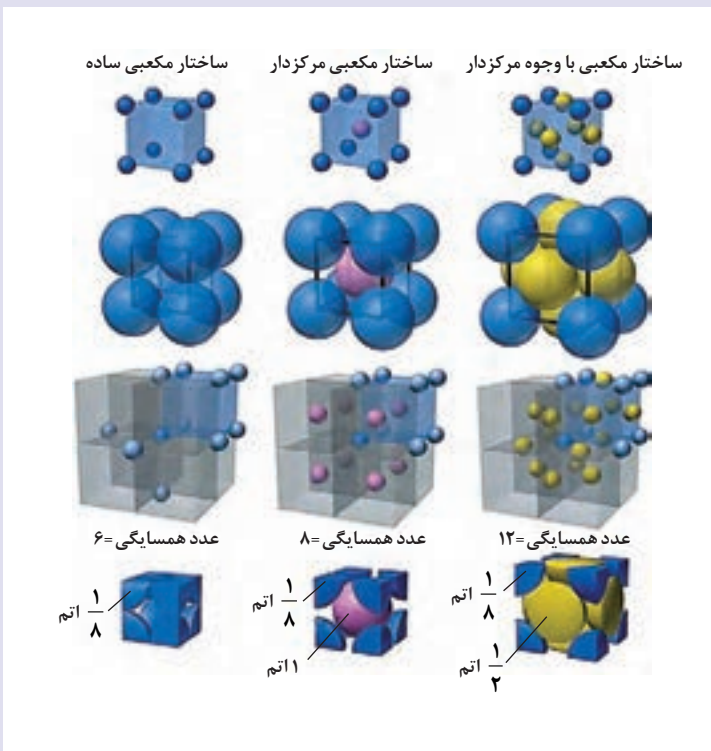
سیستم دفاعی

سیستم تهاجمی



فلزات موجود در طبیعت ساختار کریستالی مختلفی دارند. آهن به‌عنوان یکی از پر مصرف‌ترین فلزات، ساختاری مکعبی دارد به طوری که نحوه چیدمان اتم‌های آهن در مکعب با هم فرق می‌کند. این تفاوت رفتار آهن به صورتی است که در ساختار مکعبی مرکزدار پارامغناطیس است ولی در حالت مکعبی وجوه مرکزدار مغناطیس خواهد بود. به سه ساختار نشان داده شده در زیر توجه کنید.

- ۱ تعداد اتم‌های کامل موجود در هر ساختار چند تا است؟
- ۲ برای اتم آهن به قطر $0/۱۴۵$ نانومتر، ابعاد ساختار چه مقدار است؟
- ۳ چه مقدار از حجم ماده را اتم‌ها اشغال کرده‌اند؟

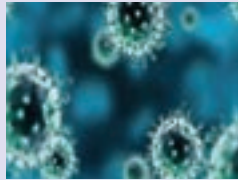


در نتیجه اگر بتوانیم به ساختار کریستالی فلزات دسترسی داشته باشیم، قادر خواهیم بود نحوه چیدمان اتم‌ها را تغییر داده و خواص جدیدی برای آن ماده به وجود آوریم.

تاریخچه

در سال ۱۹۵۹ در همایش جامعه فیزیک آمریکا، فردی به نام ریچارد فایمن که برندهٔ جایزهٔ نوبل سال ۱۹۵۷ بود طی سخنرانی با عنوان «فضای زیادی در سطوح پایین وجود دارد» گفت: چرا نتوان تمام ۲۴ جلد دایرةالمعارف بریتانیکا را بر روی یک سنجاق نگارش کرد؟

این حرف در صورتی امکان پذیر خواهد بود که خطوط ایجاد شده روی یک سطح، تنها دارای عرضی به اندازه چند اتم باشند. در شکل زیر ماشین و خانه‌ای را می‌بینیم که ابعادی در حد چند ده میکرون دارند که این در صورتی امکان پذیر است که از اتم‌ها برای ساخت آنها استفاده شود.



$\Delta \mu\text{m}$

عوامل مؤثر در تغییر خواص نانو

اثرات کوانتومی

اثرات سطحی

«علم نانو» مطالعه ذرات و مواد در ابعاد اتمی، مولکولی و ماکرومولکولی است، زیرا کار کردن در این مقیاس منجر به تغییر شدید خواص ماده می‌شود.

به‌طور کلی دو عامل اصلی اثرات سطحی و اثرات کوانتومی باعث می‌شوند مواد با ابعاد نانو، رفتاری متفاوت از مواد با ابعاد بزرگ‌تر از خود نشان دهند.

اثرات سطحی

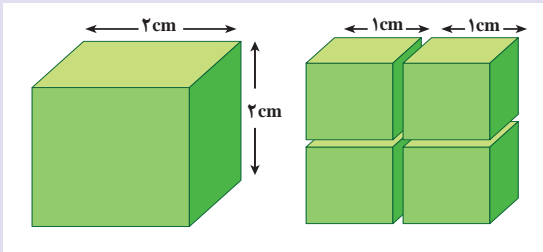
هر قدر ماده‌ای کوچک‌تر شود، تعداد اتم‌هایی که در سطح قرار می‌گیرند بیشتر می‌شود و با بیشتر شدن اتم‌های روی سطح، نسبت به اتم‌های درون ساختار یک ماده، واکنش‌پذیری آن ماده افزایش می‌یابد.



فرض کنید یک قطعه به شکل مکعب با طول ضلع ۲ سانتی‌متر داریم. در صورتی که این مکعب را به ۸ مکعب با طول ۱ سانتی‌متر تقسیم کنیم:

۱ سطح آزاد چند برابر می‌شود؟

۲ با افزایش سطح تماس چه اتفاقی خواهد افتاد؟



افزایش واکنش‌پذیری با کاهش اندازه ذرات، به این دلیل است که اتم‌هایی که در داخل هستند، به دلیل عدد همسایگی بیشتر (تعداد اتم‌های اطراف آن بیشتر است)، ظرفیتشان کامل است و تمایلی به انجام واکنش ندارند. اما اتم‌هایی که در سطح هستند به دلیل اینکه با تعداد اتم‌های کمتری در ارتباطند ممکن است تعدادی پیوند ناقص یا کامل نشده داشته باشند، بنابراین واکنش‌پذیری آنها نسبت به اتم‌های داخل ماده بیشتر است.



در تماس با ۳ اتم

در تماس با ۷ اتم

با توجه به مطالب فوق، اکنون می‌توانیم به سؤال اول فصل در مورد سریع‌تر حل شدن شکر نسبت به قند جواب دهیم.

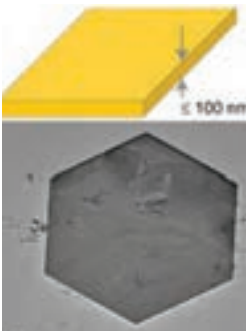
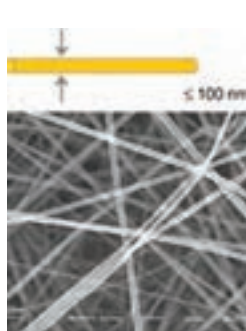
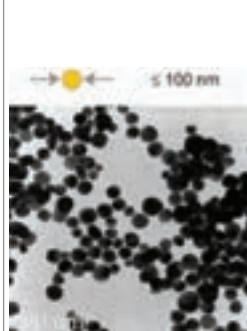
اثرات کوانتومی

کوانتوم در لغت به معنای گسسته می‌باشد. در فیزیک به کمیت‌هایی مثل بار الکتریکی که به صورت گسسته می‌باشد کمیت‌های کوانتومی گفته می‌شود. با توجه به پیش‌نیاز مطالب فیزیک الکتروسیسته و... این بحث در سال‌های آتی و دوره تحصیلات دانشگاهی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

ابعاد مواد نانو

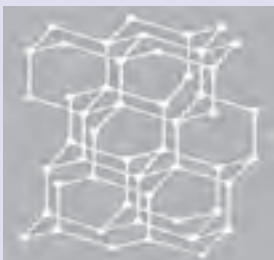
هرگاه حداقل یک بعد از ابعاد ماده بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر باشد، به آن ماده «نانویی» گفته می‌شود. در نتیجه می‌توان گفت مطابق تصویر زیر سه نوع نانوذره براساس تعداد بعد در ابعاد نانو وجود دارد. در صورتی که هیچ کدام از ابعاد، خارج از محدوده مشخص شده نباشد ذره نانو صفر بعدی یا ذرات نانویی می‌باشد.

نانوذرات با ابعاد مختلف

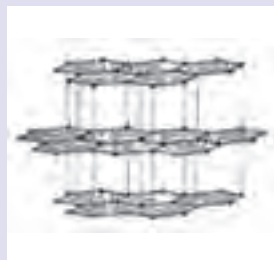
نانوذرات ۲ بعدی: لایه‌های نانویی یا صفحات	نانوذرات تک بعدی: نانوفایبرها یا لوله‌ها و سیم‌ها	نانو ذرات صفر بعدی: ذرات نانویی یا کروی
		

گرافیت و الماس هر دو از اتم‌های کربن تشکیل شده‌اند. الماس به‌عنوان سخت‌ترین ماده طبیعی معرفی می‌گردد و گرافیت به دلیل نرمی بسیار، به‌عنوان «نوک مداد» به‌کار گرفته می‌شود! چرا خواص این دو ماده این قدر متفاوت است؟

تحقیق کنید



ساختار الماس



ساختار گرافیت

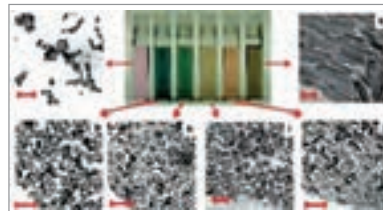
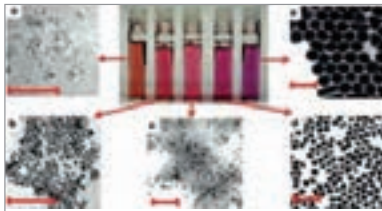
تغییر خواص در ابعاد نانو

از جمله خواص فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی مواد که بر اثر کوچک شدن ذرات تا ابعاد نانو تحت تأثیر قرار می‌گیرد عبارت‌اند از:

۱ تغییر رنگ



تا به حال به این فکر کرده بودید که فلزاتی مثل طلا و نقره را به رنگ‌های آبی و قرمز ببینیم؟ اگر این اتفاق بیفتد چه تنوع زیادی در ساخت زیورآلات و وسایل تزئینی خواهیم داشت. این اتفاق زمانی قابل تصور است که طلا را به ابعاد نانویی درآوریم. اگر شما یک انگشتر طلا را به تکه‌های ریز تقسیم کنید باز هم به رنگ اولیه خود، زرد یا سفید است؛ درحالی‌که اگر همین کار را با ابزارهای مشخص انجام داده و به ابعاد نانومتری برسید تغییر رنگ را مشاهده خواهید کرد. ابعاد و شکل هندسی نانوذرات بر روی رنگ طلا تأثیرگذار خواهد بود.



تأثیر اندازه و شکل هندسی نانوذرات طلا بر روی رنگ آن

۲ تغییر شفافیت

شفافیت، میزان توانایی هر ماده در عبور نور مرئی از خود را مشخص می‌کند. هر چه میزان عبور نور بیشتر باشد ماده شفاف‌تر خواهد بود. با توجه به خصوصیات هر ماده، آن ماده می‌تواند مقداری از نور را از خود عبور داده، بقیه آن را جذب کند یا بازتاب دهد. اکسید روی و تیتانیوم از مواد بسیار مفید برای جذب نور فرابنفش و تولید گرم‌های ضدآفتاب می‌باشند. این مواد نور مرئی را بازتاب داده، به رنگ سفید دیده می‌شوند که این مسئله برای بسیاری از مصرف‌کنندگان گرم‌های ضدآفتاب ناخوشایند است. حال اگر از نانوذرات اکسید روی و تیتانیوم استفاده شود، به دلیل اینکه طول موج بازتابیده شده از این مواد از طول موج نور مرئی (۴۰۰-۷۰۰ نانومتر) کمتر می‌باشد نور مرئی را عبور می‌دهند و دیگر روی پوست سفید دیده نمی‌شوند.



۳ تغییر خواص مکانیکی

خواص مکانیکی مواد نیز تابع اندازه ذرات است به طوری که با کوچک تر شدن اندازه ذرات، خواص مکانیکی آنها مثل سختی، خستگی، استحکام کششی، مقاومت به ضربه و... تغییر می کند. در ادامه به دو مورد اشاره شده است:

۳-۱- سختی



هرچه مقاومت ماده در برابر خراش و نفوذ اجسام دیگر بیشتر باشد، آن ماده سخت تر خواهد بود. در خودروها، مقاومت رنگ در برابر خراش، همیشه مورد توجه بوده به طوری که بارها دیده شده خراشی کوچک بر سطح خودرو و تماس آن با رطوبت منجر به پوسیدن و زنگ زدن بدنه ماشین شده است. نانو رنگ ها و نانو پوشش هایی که در صنایع خودروسازی استفاده شده، نسبت به خراش، سه برابر رنگ های معمولی مقاومت دارند و علاوه بر آن، شفاف تر نیز هستند.

دو عامل اساسی که بر روی سختی مواد تأثیرگذار است نیروهای بین اتمی و ساختار سطح مواد است. به نظر شما دلیل افزایش سختی در ابعاد نانو براساس این دو عامل چه چیزی می باشد؟

گفت و گو کنید



نیروهای بین اتمی

ساختار سطح مواد

۲-۳- خستگی

برای درک خستگی، یک سیم فلزی را تصور کنید. برای پاره کردن آن چه می‌کنید؟ آیا آن را می‌کشید؟ برای پاره کردن سیم فلزی باید چند بار آن را به سمت بالا و پایین خم کرد. در واقع، باید جهت نیرو را در هر مرحله عوض کرد. به نیروهایی که به دلیل تغییر جهت، باعث شکست در ماده می‌شوند «خستگی» می‌گویند. بسیاری از سوانحی که در قطعات صنعتی و ماشین‌آلات اتفاق می‌افتد به دلیل خستگی در فلزات است که باعث شکست آن قطعه می‌شود. خواص خستگی با ریزدانه شدن ماده در ابعاد نانو و کاهش عیوب سطحی بهبود می‌یابد.

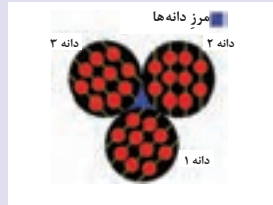
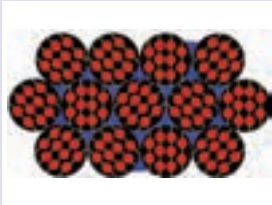


۴ خوردگی

در فلزات اتم‌ها در حوزه‌هایی منظم به نام «دانه» قرار گرفته‌اند. اگر سه دانه با هم برخورد کنند، به آن محدوده مشترک بین سه دانه «مرز دانه» می‌گویند. اتم‌هایی که در مرز قرار دارند، متعلق به هیچ دانه‌ای نیستند. در نتیجه با اتم‌های کناری خود تعداد پیوند کمتری برقرار می‌کنند. وقتی ماده خورنده در پوشش نفوذ می‌کند، با اتم‌های مرز دانه پیوند تشکیل می‌دهد و مواد جدیدی درست می‌کند. مثلاً وقتی آب در آهن نفوذ می‌کند، زنگ آهن درست می‌کند که از نظر ترکیب، هم با آب و هم با آهن فرق دارد. به این ترتیب، باعث خوردگی می‌شود.



با توجه به توضیحات صفحه قبل و شکل زیر، گفت‌و‌گو کنید که چرا در موادی که نانوذرات وجود دارند و اندازه دانه‌ها کوچک‌تر هستند با اینکه مساحت بیشتری از مرز دانه‌ها در معرض خوردگی می‌باشند، این مواد در برابر خوردگی مقاوم‌ترند؟



۵ خواص مغناطیسی

یکی از تغییرات خواص جالب و بسیار کاربردی که در ابعاد نانویی به وجود می‌آید، ایجاد خاصیت مغناطیسی در بسیاری از موادی است که در ابعاد معمولی آن خاصیت را ندارند، نانوذرات اکسید آلومینیوم، طلا و غیره جزء این مواد می‌باشند. از خاصیت مغناطیسی بعضی نانوذرات در پزشکی و دارورسانی استفاده می‌شود. استفاده از نانوذرات مغناطیسی باعث انتقال هدفمند دارو می‌شود که دارو با کنترل میدان مغناطیسی خارجی، بعد از وارد شدن به بدن، در محل بیماری آزاد می‌شود.



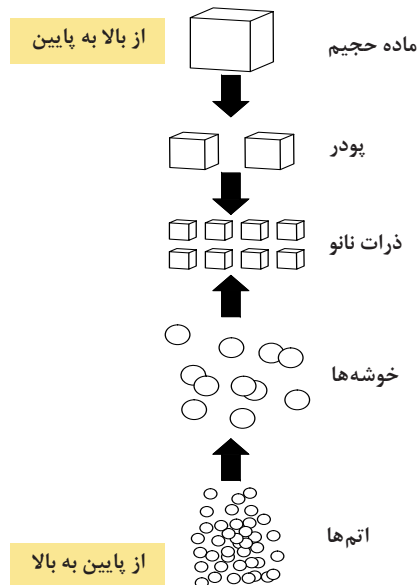
۶ تغییر واکنش پذیری

مطابق آموخته‌های درس شیمی پایه دهم، موادی در طبیعت وجود دارند که وقتی در معرض هوای آزاد قرار می‌گیرند، به دلیل واکنش پذیری بالا آتش می‌گیرند. موادی مثل طلا و اکسید آلومینیوم در حالت معمولی در معرض هوای آزاد هیچ واکنشی ندارند ولی تغییر آنها به ابعاد نانویی موجب افزایش سطح تماس این ذرات با محیط اطراف شده و منجر به واکنش پذیری می‌شود. این واکنش پذیری آن قدر زیاد است که نانوذرات اکسید آلومینیوم به عنوان سوخت موشک و نانوذرات طلا به عنوان کاتالیزور مورد استفاده قرار می‌گیرند.



روش‌های ساخت مواد نانو

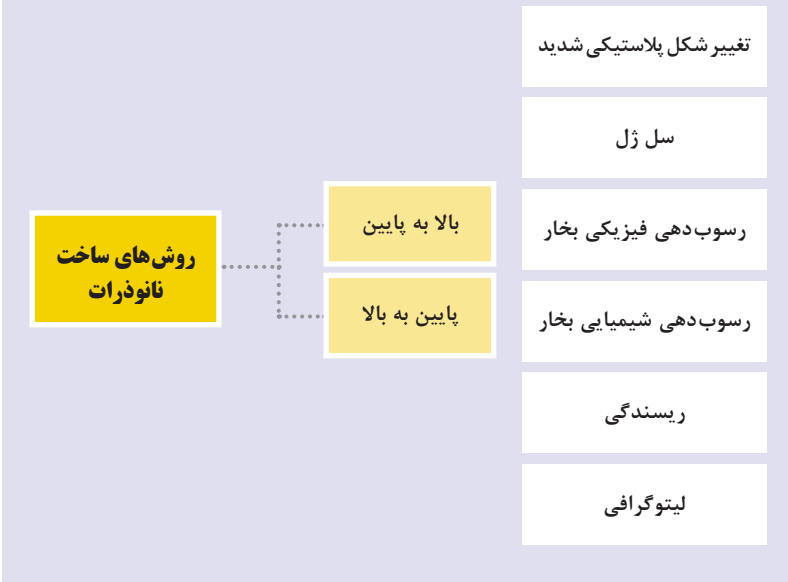
روش‌های ساخت مواد نانو بسیار گسترده است. به‌طور کلی از میان روش‌های ساخت نانوذرات می‌توان به دو روش کلی بالا به پایین و پایین به بالا اشاره کرد. در رویکرد بالا به پایین، اندازه یک ماده توده‌ای و حجیم به‌طور متناوب کاهش داده می‌شود تا به یک ماده با ابعاد نانومتری برسد. در روش‌های پایین به بالا، از کنار هم قرار دادن اتم‌ها و مولکول‌ها (که ابعاد کوچک‌تر از مقیاس نانو دارند) برای ساخت یک محصول نانومتری استفاده می‌شود.



تحقیق کنید



در نمودار زیر به شش مورد از روش‌های ساخت نانوذرات اشاره شده است. این روش‌ها در کدام طبقه‌بندی قرار می‌گیرند؟ درباره نحوه عملکرد آنها به سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو مراجعه کرده و اطلاعات کسب شده را به صورت روزنامه‌دیواری ارائه دهید.



نانوذرات مختلف و کاربردهای آنها

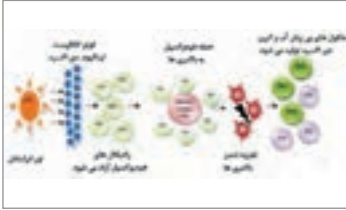
نانوذرات مختلفی در طبیعت وجود دارند که هر کدام از آنها به تنهایی در صنایع کاربردهای متفاوتی دارند. در ادامه به چند مورد از پرکاربردترین نانوذرات اشاره می‌شود:

نانوتیتانیوم دی‌اکسید

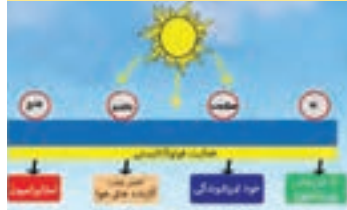
فرمول شیمیایی دی‌اکسید تیتانیوم، TiO_2 است. زمانی که اندازه ذرات آن در مقیاس نانو کوچک می‌شود، به دلیل افزایش مساحت سطح مؤثر، فعالیت فتوکاتالیستی آن افزایش می‌یابد.

کاربردهای TiO_2

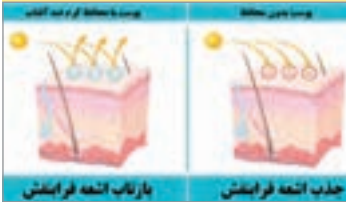
تصفیه آب و هوا



خود تمیز شوندهی سطحی



کرم ضدآفتاب



پوشش دهی سطح



کاربردهای نانوذرات تیتانیوم دی اکسید

فوتوکاتالیست: به کاتالیزگرهایی گفته می شود که در حضور نور فعال می شوند. نانوذرات TiO_2 خاصیت فوتوکاتالیستی داشته که با دریافت نور فعال می شوند و عامل OH (هیدروکسیل) را آزاد می کند. این عامل با انجام واکنش ها فوتوالکتروشیمیایی منجر به تجزیه ترکیبات آلی (کلر، میکروب و آلاینده) به H_2O و CO_2 می شود.